

Die industrielle Anwendung der Mikroelektronik im Verarbeitenden Gewerbe der Bundesrepublik

Mangel an Personal mit Fachwissen

Unterschieden wurde im Rahmen der Untersuchung, die vom VDI-Technologiezentrum Berlin durchgeführt wurde, zwischen Unternehmen, die Mikroelektronik in ihren Produkten einsetzen (Produktanwender), und Unternehmen, die Mikroelektronik-funktionsbestimmte Automatisierungssysteme in ihren Fertigungsprozessen anwenden (Prozeßanwender).

Auf der Basis einer statistischen Gewichtung der Stichprobenergebnisse — befragt wurden 1434 Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes mit 20 bis mehr Beschäftigten — lassen sich repräsentativ für das gesamte Verarbeitende Gewerbe der Bundesrepublik Deutschland 12,8 Prozent der Unternehmen als Produkthanwender und 47,5 Prozent als Prozeßanwender klassifizieren.

Insgesamt können 50,6 Prozent der Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes als Mikroelektronik-Anwenderunternehmen angesehen werden. Bei dieser Prozentangabe ist zu berücksichtigen, daß sie sich nicht aus einfacher Summenbildung von Produkt- und Prozeßanwendern errechnen läßt, da knapp 20 Prozent aller Mikroelektronik-Anwender sowohl Produkt- als auch Prozeßanwender sind, das heißt beide Mikroelektronik-Anwendungsarten verzeichnen. Da sich diese Kategorie der »Sowohl-als-auch«-Anwender als Schnittmenge aus allen Unternehmen mit Produkt- und Prozeßanwendungen ergibt, wurde sie bei der Ermittlung aller Mikroelektronik-Anwenderunternehmen nur einmal berücksichtigt.

Eine Aufschlüsselung des Mikroelektronik-Anwendungsstandes nach Betriebsgrößenklassen zeigt, daß eine deutliche Abhängigkeit der Mikroelektronik-Anwendung von der Betriebsgröße besteht. Während in der Betriebsgrößenklasse »1000 und mehr Beschäftigte« schon 93,5 Prozent der Unternehmen als Mikroelektronik-Anwender einzustufen sind, können von den kleinen Unternehmen mit bis zu 100 Beschäftigten erst zir-

Berlin (um) — Als Kronzeuge für die »dritte industrielle Revolution« kann die Mikroelektronik, die in ihrer industriellen Anwendung eine rasante Entwicklung durchmachte und durchmacht, herangezogen werden. Im Rahmen einer Studie über die Mikroelektronik-Anwendung in Deutschland stieß man in diesem Zusammenhang auf einige grundsätzliche Ergebnisse: Das größte Problem im Bereich der Mikroelektronik-Anwendung ist der Mangel an Personal mit entsprechendem Fachwissen. Der zahlenmäßige Abbau von Industriearbeitsplätzen ist weit weniger drastisch als angenommen. Fragen der Zukunft sind also nicht verlorene oder gewonnene Arbeitsplätze, sondern die Qualität der Arbeitsplätze.

ka 41 Prozent als Mikroelektronik-Anwender angesehen werden.

Die Betrachtung des Mikroelektronik-Anwendungsstandes nach den verschiedenen Wirtschaftsgruppen des Verarbeitenden Gewerbes verdeutlicht, daß die Mehrzahl der Unternehmen mit Produkthanwendungen dem Investitionsgüter-produzierenden Gewerbe zuzurechnen sind. Die Unternehmen mit Prozeßanwendungen verteilen sich dagegen relativ gleichmäßig über alle Branchen des Verarbeitenden Gewerbes.

Standard-ICs sind diejenigen Mikroelektronik-Komponenten, die am häufigsten von Produkthanwendern in ihren Erzeugnissen eingesetzt werden (85 Prozent).

Auch eine bemerkenswerte Anzahl der Produkthanwender verwendet kundenspezifische ICs (32 Prozent) beziehungsweise sogenannte semikundenspezifische ICs (14 Prozent).

Für die laufenden Produktentwicklungen ist ein zunehmender Anwendungstrend zum semi-kundenspezifischen IC festzustellen.

Bei der Analyse der Mikroelektronik-Anwendung in den Fertigungsprozessen der Unternehmen wurde im Rahmen der Untersuchung unterschieden zwischen den von der Mikroelektronik übernommenen Einsatzfunktionen, den unternehmensinternen Einsatzbereichen und den im betrieblichen Leistungserstellungsprozeß eingesetzten programmierbaren Automatisierungssystemen.

Die Einsatzfunktionen der Mikroelektronik in Fertigungsprozessen werden bestimmt durch den Bereich des Steuerns und Regels. Die Funktionen Messen und Kontrollieren sowie Analysieren und Prüfen folgen mit Abstand.

Entsprechend der Dominanz von Steuer- und Regelfunktionen konzentrieren sich die betrieblichen Einsatzbereiche der Mikroelektronik vorrangig auf die Steuerung einzelner Maschinen oder ganzer Maschinengruppen. Die Einsatzbereiche Entwicklung und Konstruktion, Lagerwirtschaft und Qualitätskontrolle weisen im Gegensatz zum Fertigungsbereich einen geringeren Anwendungsstand programmierbarer Automatisierungssysteme auf.

Die Betrachtung der einzelnen in den Fertigungsprozessen eingesetzten programmierbaren Automatisierungssysteme zeigt, daß bei den Prozeßanwendern in erster Linie speicherprogrammierbare Steuerungen (41 Prozent) und CNC-Werkzeugmaschinen (36 Prozent) zur Anwendung gelangen. Ein geringer Anwendungsstand ist bei CAD-Workstations (17 Prozent), »Pick-and-place«-Maschinen (5 Prozent) und Robotern (3 Prozent) zu verzeichnen.

Eine Reihe befragter Anwenderunternehmen gab Auskunft über abgebrochene Mikroelektronik-Innovationen. Bei 30 Prozent der Produkthanwender und etwa einem Viertel der Prozeßanwender ist es zumeist aus finanziellen, marktlichen, technischen und qualifikatorischen Gründen zu einem Abbruch von Mikroelektronik-Innovationen gekommen. Hinderungsgründe aus den Bereichen des Manage-

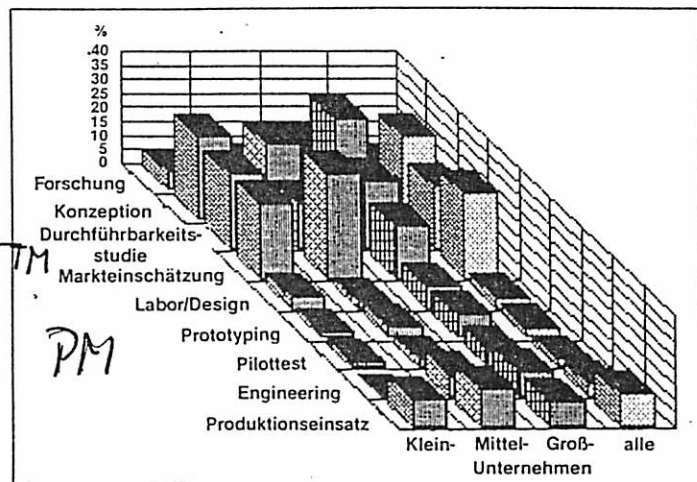


Bild 1. Abbruchstadium von Mikroelektronik-Innovationen

VDI-Technologiezentrum

Eine Aufgliederung der zukünftigen Einsatzpotentiale nach Branchen beziehungsweise Wirtschaftszweigen zeigt, daß die Möglichkeiten für Mikroelektronik-Produktapplikationen vornehmlich im Maschinenbau, in der Elektrotechnik und in der Feinmechanik liegen. Die Applikationsmöglichkeiten für Mikroelektronik in Fertigungsprozessen verteilen sich eher gleichmäßig auf alle Branchen des Verarbeitenden Gewerbes.

Die Produkte, in denen die Mikroelektronik-Komponenten eingesetzt werden, lassen sich zu 45 Prozent als elektrische und zu 55 Prozent als elektronische Produkte klassifizieren. Hierbei besteht der Bereich der elektrischen Produkte zum größten Teil aus Produkten des Maschinenwesens, und im Bereich der elektronischen Produkte dominiert neben Erzeugnissen der Industrielektronik die Produktgruppe Instrumente.

ments, der Organisation oder Probleme mit Gewerkschaft, Betriebsrat oder Mitarbeitern besitzen nur eine nachgelagerte Bedeutung. Eine Aufschlüsselung der Abbruchgründe nach Unternehmensgrößenklassen zeigt, daß insbesondere die kleinen Unternehmen mit der Finanzierung Probleme haben und die mittleren Unternehmen ihre Schwierigkeiten darüber hinaus verstärkt im Bereich der Technologiebewertung und Marktanalyse sehen (Bild 1). Den Abbruch von Mikroelektronik-Innovationsvorhaben nehmen die Unternehmen zum größten Teil in den frühen Phasen der Konzipierung und der ersten Bewertung des Innovationsvorhabens vor. Eine weitere deutliche Hürde stellt dann erst wieder der Produktionseinsatz und die damit verbundene Markteinführung dar.

Befragt nach den Vorteilen beim Mikroelektronik-Einsatz in Produkten, weisen die Anwender insbesondere auf erweiterte Produkt-Anwendungsmöglichkeiten, verbunden mit höherer Leistung und Zuverlässigkeit, hin. Prozeßanwender sehen die Vorteile des Mikroelektronik-Einsatzes im Bereich einer verbesserten Fertigungskontrolle und in einer besseren Qualität der produzierten Güter. Geringere Fertigungs-Durchlaufzeiten, höhere Wirkungsgrade der Produktionseinrichtungen sowie die Minimierung von Ausfallzeiten werden von den Prozeßanwendern ebenfalls positiv beurteilt. 72 Prozent der Anwenderunternehmen sehen sich durch die erfahrenen Vorteile in ihren Erwartungen bezüglich des Mikroelektronik-Einsatzes bestätigt, und etwa ein Fünftel aller Unternehmen mit Mikroelektronik-Anwendung stellt fest, daß die Vorteile die Erwartungen übertrafen. Nur eine sehr kleine Anzahl der Unternehmen fühlt sich hinsichtlich der Vorteilserwartungen nicht bestätigt (3,5 Prozent der Prozeßanwender; 5,6 Prozent der Produktanwender).

Die Frage nach problematischen und nachteiligen Erfahrungen im Zusammenhang mit dem Mikroelektronik-Einsatz beantworteten über 40 Prozent beziehungsweise 30 Prozent der Produkt- beziehungsweise Prozeßanwender spontan mit einem

Mangel an Personal mit Mikroelektronik-Applikationserfahrungen. Dieses Ergebnis, das bei Nachfrage von weiteren Unternehmen bestätigt wurde, zeigt deutlich das mit Mikroelektronik-Innovationen einhergehende Personal- und Qualifikationsproblem.

Nachteilig erwiesen sich auch Aspekte wie höhere Entwicklungskosten, Software- und Finanzierungsprobleme sowie Probleme mit Mikroelektronik-Komponenten. Bei der Beschaffung von Mikroelektronik-Komponenten (16 Prozent aller Anwender hatten Beschaffungsprobleme) spielen insbesondere Lieferengpässe, fehlerhafte Chips und ein fehlendes Angebot eine ausschlaggebende Rolle.

Bei einer Betrachtung der Umsatzanteile von Mikroelektronik-Produkten am Gesamtumsatz der Unternehmen mit Produktanwendungen kann festgestellt werden, daß der auf Mikroelektronik-Produkte zurückzuführende Umsatzanteil im Zeitraum von 1982 bis 1984 stark gestiegen ist. Für den Zeitraum bis 1986 ist eine fortschreitende Entwicklung erkennbar, so daß davon ausgegangen werden kann, daß Produkte mit Mikroelektronik-Applikationen sich zunehmend zu wichtigen Umsatzträgern in den Unternehmen entwickeln. Fast die Hälfte der Unternehmen gibt an, daß sie mit Mikroelektronik-Produkten mehr als 20 Prozent ihres Umsatzes erzielen können, und etwa ein Viertel der

schen Industrie einem stark internationalen Wettbewerb vor allem mit den USA und Fernost ausgesetzt sind und der Informationsstand über Wettbewerber im Inland wesentlich besser ist als über Wettbewerber im Ausland.

Mikroelektronik: Personal, Aus- und Weiterbildung

Die industrielle Mikroelektronik-Anwendung wird in den Unternehmen weitgehend durch eine überschaubare Zahl von Mitarbeitern getragen (in zirka 60 Prozent der Anwenderunternehmen bis maximal fünf Mitarbeiter). Der zum Zeitpunkt der Befragung 1983/84 von den Anwenderunternehmen des Verarbeitenden Gewerbes ausgewiesene Bedarf an Mikroelektronik-Personal belief sich auf aufgerundet 18 500 Stellen. Von diesen 18 500 offenen Stellen entfielen 36 Prozent auf Ingenieure, 34 Prozent auf Techniker, 16 Prozent auf andere (Facharbeiter) und 14 Prozent auf Mitarbeiter, die keiner Bedarfsgruppe zugeordnet wurden. Ein Fünftel dieses Einstellungsbedarfs wurde durch kleine Unternehmen, 35 Prozent durch mittlere und 45 Prozent durch große Unternehmen repräsentiert. Aus branchenorientierter Sicht vereinigten sich auf den Maschinenbau und die Elektrotechnik mehr als 40 Prozent des zum Zeitpunkt 1983/84 formulierten Einstellungsbedarfs. Befragt nach dem voraussichtlichen Bedarf an Mikroelektronik-Mitarbeitern für die Jahre 1984 bis 1986 wiesen die Mikroelektronik-Anwenderunternehmen hauptsächlich für Ingenieure und Techniker einen wachsenden Bedarf aus (Bild 3).

Das Ergebnis der Frage nach den Beschaffungsquellen von Mikroelektronik-Fachpersonal zeigt, daß die Rekrutierung des Personals aus unternehmensexternen Quellen wie Arbeitsmarkt, Hoch- und Fachschule eine größere Rolle spielt als die innerbetriebliche Weiterbildung. In Unternehmen mit Mikroelektronik-Prozeßanwendungen besitzt die innerbetriebliche Weiterbildung dagegen einen vergleichsweise höheren Stellenwert. Lediglich 12 Prozent der Mikroelektronik-An-

Fortsetzung auf Seite 29

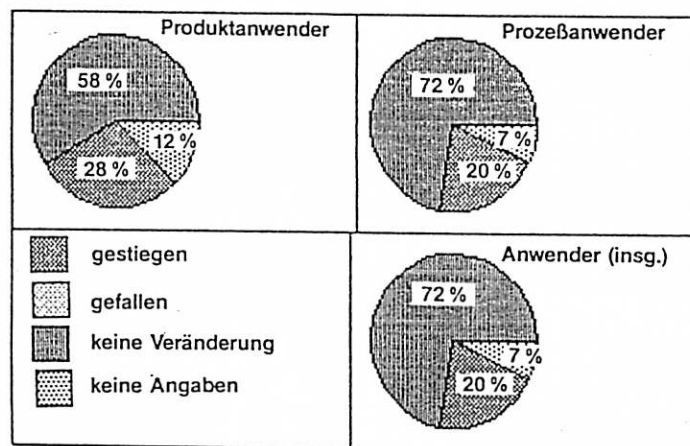


Bild 2. Veränderung von Marktanteilen durch Mikroelektronik-Einsatz

VDI-Technologiezentrum

Die Probleme mit der Software, die bei 23 Prozent aller Anwender auftraten, konzentrieren sich nicht auf bestimmte Einzelaspekte. Vielmehr dokumentieren die gleichverteilten Nennungen unterschiedlicher Softwareprobleme wie fehlende Anwendungspakete, Mangel an Programmierpersonal, unzureichende Softwaredokumentation und langwierige Entwicklungszeiten die komplexe Struktur der herrschenden »Softwarekrise«.

Probleme mit Sensoren und Aktuatoren haben 10 Prozent aller Mikroelektronik-Anwender und 17 Prozent der Produktanwender des Verarbeitenden Gewerbes. Bemängelt wurde in der Hauptsache das Fehlen passender Modelle, das zu hohe Preisniveau sowie die unzureichende Robustheit der zur Verfügung stehenden Mikroperipherie-Komponenten.

Unternehmen denkt bei dem maximal erreichbaren Umsatzanteil der Mikroelektronik-Produkte an mehr als 50 Prozent des Gesamtumsatzes.

Auf die Frage nach der Veränderung von Marktanteilen (Bild 2) durch den Mikroelektronik-Einsatz antwortete keines der befragten Unternehmen, daß die Marktanteile durch den Mikroelektronik-Einsatz gesunken seien. Vielmehr führen 28 Prozent der Produkt- und 20 Prozent der Prozeßanwender das Steigen ihrer Marktanteile auf den Mikroelektronik-Einsatz zurück. Bei der subjektiven Einschätzung des technologischen Mikroelektronik-Anwendungsniveaus im Vergleich zu den Wettbewerbern des In- und Auslands liefern die Angaben der Anwender ein differenziertes Bild. Deutlich wird, daß die Mikroelektronik-Anwenderunternehmen der deut-

Fortsetzung von Seite 26

Mangel...

wender verfügen über ein unternehmensinternes Angebot an Mikroelektronik-Weiterbildungs- oder Schulungsmaßnahmen, und annähernd zwei Drittel aller Anwender des Verarbeitenden Gewerbes nutzen externe

Mikroelektronik-Schulungsmaßnahmen. Deutlich wird hierbei folgender Zusammenhang: Je intensiver die industrielle Mikroelektronik-Anwendung sich im Unternehmen darstellt, desto häufiger nutzen die Unternehmen externe Qualifizierungsangebote und bieten interne Qualifizierungsmaßnahmen an. Deutlich dominieren bei den extern genutzten Weiterbildungskursen Herstellerseminare beziehungsweise Lehrgänge. Kurse an Hochschulen, Akademien und Forschungsinstituten werden in geringerem Maße genutzt.

Für etwa Dreiviertel aller Mikroelektronik-Anwenderunternehmen im Verarbeitenden Gewerbe führte der industrielle Einsatz der Mikroelektronik zu keiner Veränderung der Zahl der Arbeitsplätze im Unternehmen. In dem verbleibenden Viertel von Unternehmen sind Arbeitsplatzverluste fast zweimal so häufig wie Arbeitsplatzge-

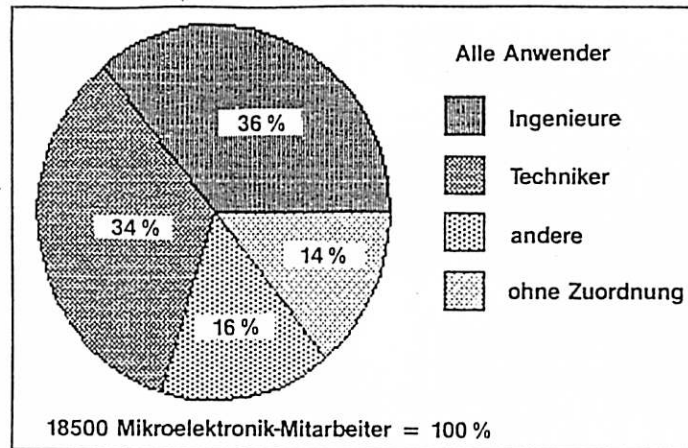


Bild 3. Einstellungsbedarf an Mikroelektronik-Personal

winne; das heißt auf jedes Unternehmen mit einem Arbeitsplatzgewinn kommen nicht ganz zwei mit Arbeitsplatzverlusten. Bezogen auf die Mikroelektronik-Anwenderunternehmen des Verarbeitenden Gewerbes war der industrielle Mikroelektronik-Einsatz in den Jahren 1982 bis 1983 mit einem Nettoverlust von etwa 30000 Arbeitsplätzen verbunden. Dieser Nettoverlust setzt sich zusammen aus einer Arbeitsplatzzunahme um zirka 17000 Arbeitsplätze gegenüber einem Arbeitsplatzverlust von etwa 47000 Arbeitsplätzen. Der gesamtindustrielle Arbeitsplatzverlust von 1982 bis 1983 in Höhe von 30000 Arbeitsplätzen entspricht einer relativen Verän-

derung des durch alle Mikroelektronik-Anwender repräsentierten Gesamtbeschäftigungsstandes von weniger als 1 Prozent.

Betrachtet man für denselben Zeitraum die relativen Anteile verschiedener Betriebsgrößenklassen am negativen Netto-Arbeitsplatzeffekt industrieller Mikroelektronikanwendung, so lassen sich für Klein-, Mittel- und Großanwenderunternehmen durchaus Unterschiede feststellen. In der Klasse der Kleinunternehmen ist der negative Arbeitsplatzsaldo zwar geringer als bei Mittel- und Großanwendern, die Bedeutung der absoluten Beschäftigungsveränderungen bezogen auf die Zahl

der Beschäftigten in dieser Größenklasse ist aber weitaus höher.

Die Aufschlüsselung der negativen Netto-Arbeitsplatzeffekte nach Wirtschaftsgruppen und Branchen zeigt, daß über die Hälfte (55,5 Prozent) des für das gesamte Verarbeitende Gewerbe negativen Nettoeffekts von zirka 30000 verlorengegangenen Arbeitsplätzen allein auf die Wirtschaftsgruppe »Investitionsgüter produzierendes Gewerbe« entfällt. Insbesondere der unter dieser Gruppe aufgeführten Branche des Maschinenbaus ist ein Drittel aller Netto-Arbeitsplatzverluste des gesamten Verarbeitenden Gewerbes zuzurechnen (33,5 Prozent). Die Elektrotechnik weist zwar neben dem Maschinenbau die größte Sensibilität aller Branchen bezüglich der Zu- und Abnahme von Arbeitsplätzen auf, ist aber an den Netto-Arbeitsverlusten im Verarbeitenden Gewerbe mit nur 0,4 Prozent beteiligt.

Die Elektrotechnik muß als der wichtigste industrielle Wachstumsbereich im Verarbeitenden Gewerbe angesehen werden. Allerdings zeigen die vorliegenden Ergebnisse, daß dies für den betrachteten Zeitraum nicht mit einem positiven Beitrag zur Beschäftigungsentwicklung verbunden war. □

Von uns gelesen

The Positive Sum Strategy

Die Wirtschaftsentwicklung der vergangenen zehn Jahre war durch die Veränderungen, die durch die Mikroelektronik ausgelöst wurden, geprägt. Nur wenige Ökonomen haben dem Phänomen Technik und deren Auswirkungen auf das wirtschaftliche Wachstum Rechnung getragen. Das vorliegende Buch »The positive Sum Strategy« von Ralph Landau und Nathan Rosenberg versucht, den Dialog zwischen Ökonomen und Technologen auf eine neue Basis zu stellen, besonders aus der heutigen Sicht der USA. Der rapide Verfall des Zuwachses an Produktionsfähigkeit sowie die abnehmende internationale Konkurrenzfähigkeit der USA zwingt die Verantwortlichen in Amerika zum Überdenken ihrer internationalen Wettbewerbsposition.

Landau und Rosenberg versuchen, eine Standardbestimmung für die USA aufzuzeichnen sowie hinsichtlich der Technologie als Basis des ökonomischen Wachstums und der internationalen Konkurrenzfähigkeit durch Beiträge von Technologen und Ökonomen so etwas wie eine nationale Industriepolitik für die USA zu definieren.

Der besondere Wert dieses Bandes liegt darin, daß er die Komplexität der Forschungsförderung in der Technologiepolitik sowie deren ökonomische Zusammenhänge in volkswirtschaftlichem Sinne in einer bis heute noch nicht dargestellten Symbiose analy-

siert. Die Autoren beschäftigen sich natürlich vorrangig mit der besonderen Situation in den USA, und sie beziehen sich vor allem auf das Verhältnis zu Japan.

Europäische Betrachtungen werden dabei in sehr untergeordneter Form berücksichtigt. Besonders nachteilig ist, daß aufgrund der fehlenden Sprachkenntnisse kein deutsches beziehungsweise französisches Material verwendet worden ist. Dieser Nachteil wird besonders deutlich an Stellen, wo Vergleiche zur ökonomischen und technologischen Bedeutung Europas beziehungsweise der Bundesrepublik von Wichtigkeit gewesen wären. Diese Mängel sind andererseits Ausdruck des heutigen Denkens der Führungsschicht Amerikas, sprich: Europa spielt technologisch und wirtschaftlich zukünftig für die USA nicht die Rolle wie Japan — welcher Irrglauben.

Auf alle Fälle ist »The Positive Sum Strategy« ein Buch, das für alle Entscheidungsträger in Wirtschaft, Staat und Gesellschaft lesenswert ist. Zeigt es doch, welche ökonomische Bedeutung heute und zukünftig die Technologien haben und daß es keine gesunde Industriestruktur ohne gutes, produzierendes Gewerbe geben kann.

Klaus Peter Friebe, (Leiter des VDI-TZ Berlin)

Info: Ralph Landau, Nathan Rosenberg, The Positive Sum Strategy, National Academy Press, Washington DC, USA, 1986, 606 Seiten.